



IV Congreso Latinoamericano de Agroecología

Consideraciones Epidemiológicas para el Manejo de la Marchitez por Fusarium

(Fusarium oxysporum f. sp. cubense)

Del Banano de la Región Central del Perú

CARLOS HUGO ROMAN JERI

Consejero principal: Miguel Ángel Dita Rodríguez, Ph.D.

Miembros del Comité: Fernando Casanoves Boschetti, Ph.D.

Jacques Avelino, Ph.D.

Charles Staver, Ph.D

Ana Tapia M.Sc.

Contenido

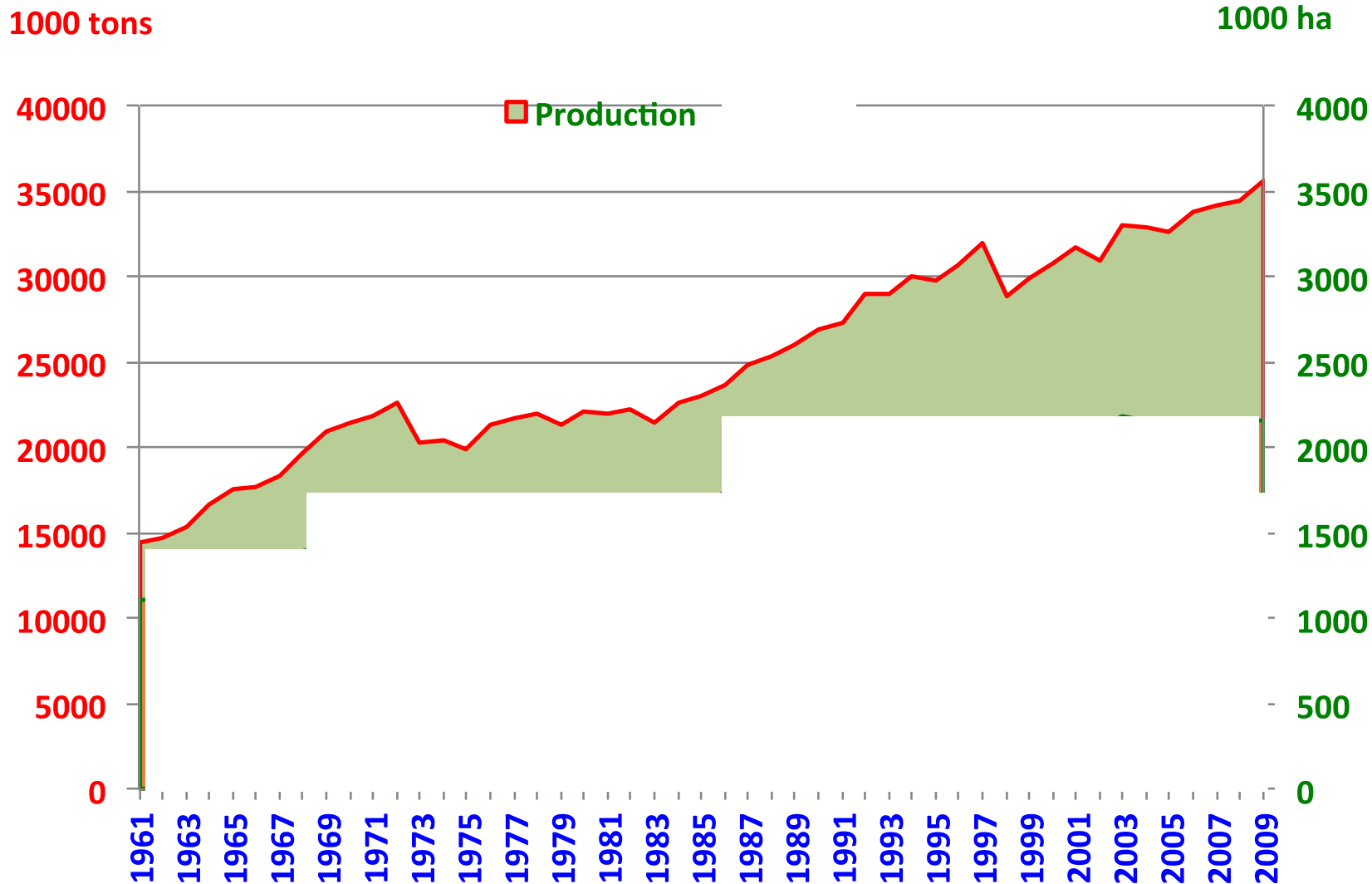
- Introducción y Justificación
- Objetivos
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones



Bananos – Seguridad alimentaria



La producción de Banano en América Latina y el Caribe entre 1961 y 2009



PRINCIPALES PLAGAS DE LOS BANANOS EN EL PERU

Nombre común	Nombre científico
Insectos	
Picudo negro	<i>Cosmopolites sordidus</i>
Picudo rayado	<i>Metamasius hemipterus</i>
Hongos	
Sigatoka negra	<i>Mycosphaerella fijiensis</i>
Sigatoka amarilla	<i>M. musicola</i>
Mal de Panamá	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i>
Mancha por Cordana	<i>Cordana musae</i>
Bacterias	
Marchitez bacteriana, Moko	<i>Ralstonia solanacearum</i> , raza 2
Virus	
Mosaico	Cucumber Mosaic Virus (CMV)
Rayado	Banana Streak Virus (BSV)
Nematodos	Complejo de nematodes

Marchitez por Fusarium del Banano

1. Es considerado uno de los patógenos más devastadores y letales del banano (Ploetz 2005).



3. Productores siguen cultivando variedades como Gros Michel, con altos niveles de incidencia de la enfermedad.



2. FOC sigue siendo una limitante para las variedades susceptibles de alta demanda en mercados locales e importantes para la seguridad alimentaria en LAC

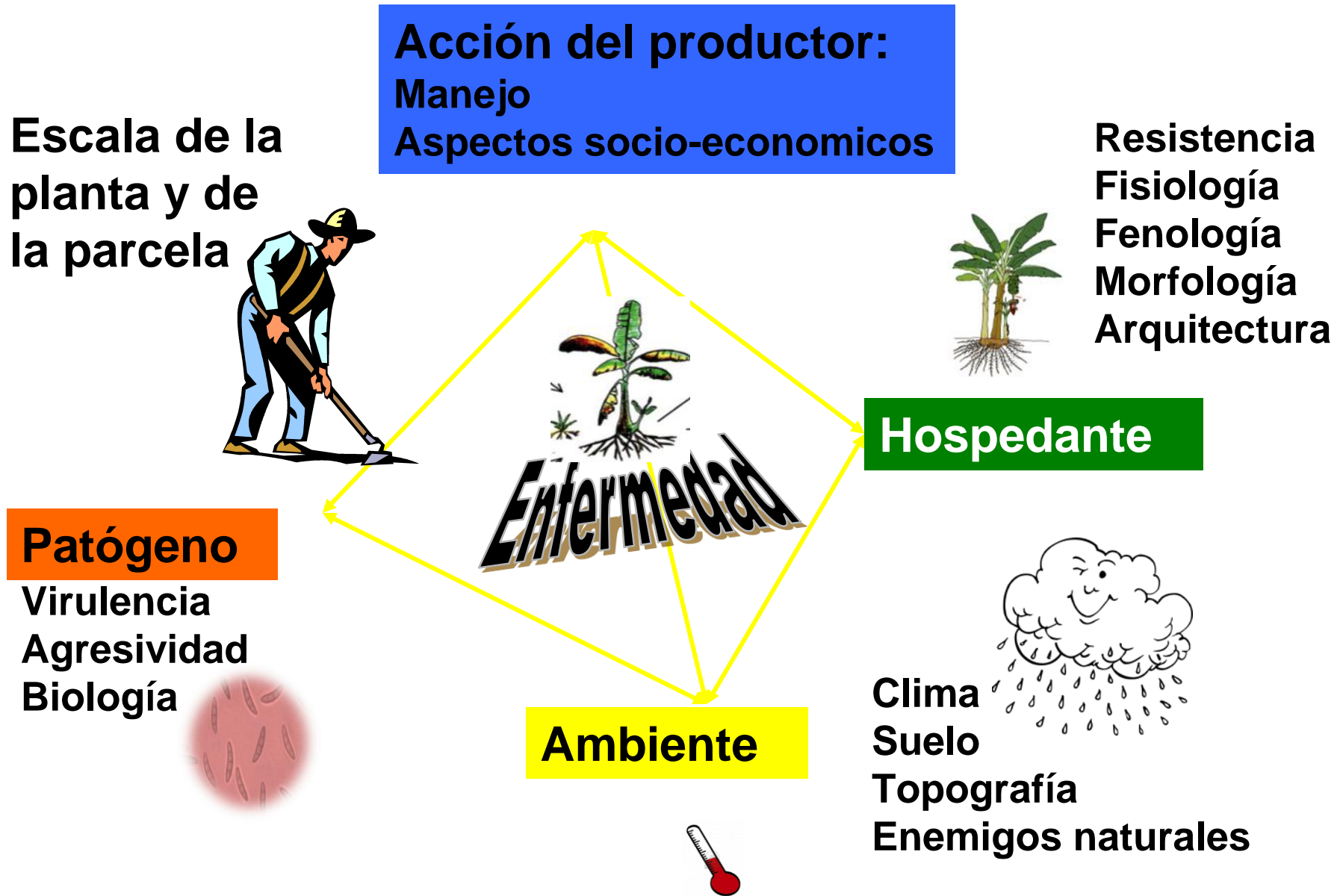


4. Poco conocimiento sobre la sintomatología, epidemiología y el manejo de la enfermedad

5. Consecuente riesgo de pérdidas de producción, de germoplasma.

En Perú...aún no se han realizado trabajos de investigación con esta enfermedad

El tetraedro de la enfermedad (Zadoks and Schein, 1979)



Objetivos

OBJETIVOS	DESCRIPCION
GENERAL	✿ Realizar el diagnóstico de la situación actual de la marchitez por Fusarium en bananos en el Distrito de San Luis de Shuaro, provincia de Chanchamayo, Perú, para generar informaciones que fundamenten estrategias de manejo integrado de la enfermedad
	DESCRIPCION
ESPECIFICO 1	Caracterizar los sistemas de producción en fincas productoras de banano en el distrito de San Luis de Shuaro, provincia de Chanchamayo, Perú
ESPECIFICO 2	Realizar un diagnostico de la situación actual de la Marchitez por Fusarium en bananos en el distrito de San Luis de Shuaro, provincia de Chanchamayo, basado en la incidencia, severidad y distribución de la enfermedad
ESPECIFICO 3	Diseñar estrategias de manejo integrado de la marchitez por Fusarium en bananos, direccionadas a disminuir la intensidad y diseminación de la enfermedad

Metodología

Ubicación y descripción de la zona de estudio

Se encuentra a $10^{\circ}53'0''$ latitud sur y $75^{\circ}18'00''$ longitud oeste.

Clima tropical, con una precipitación anual de 1500 mm y una temperatura promedio de 23°C . (MPCH-2011).

Tres microcuencas: 32 Sectores

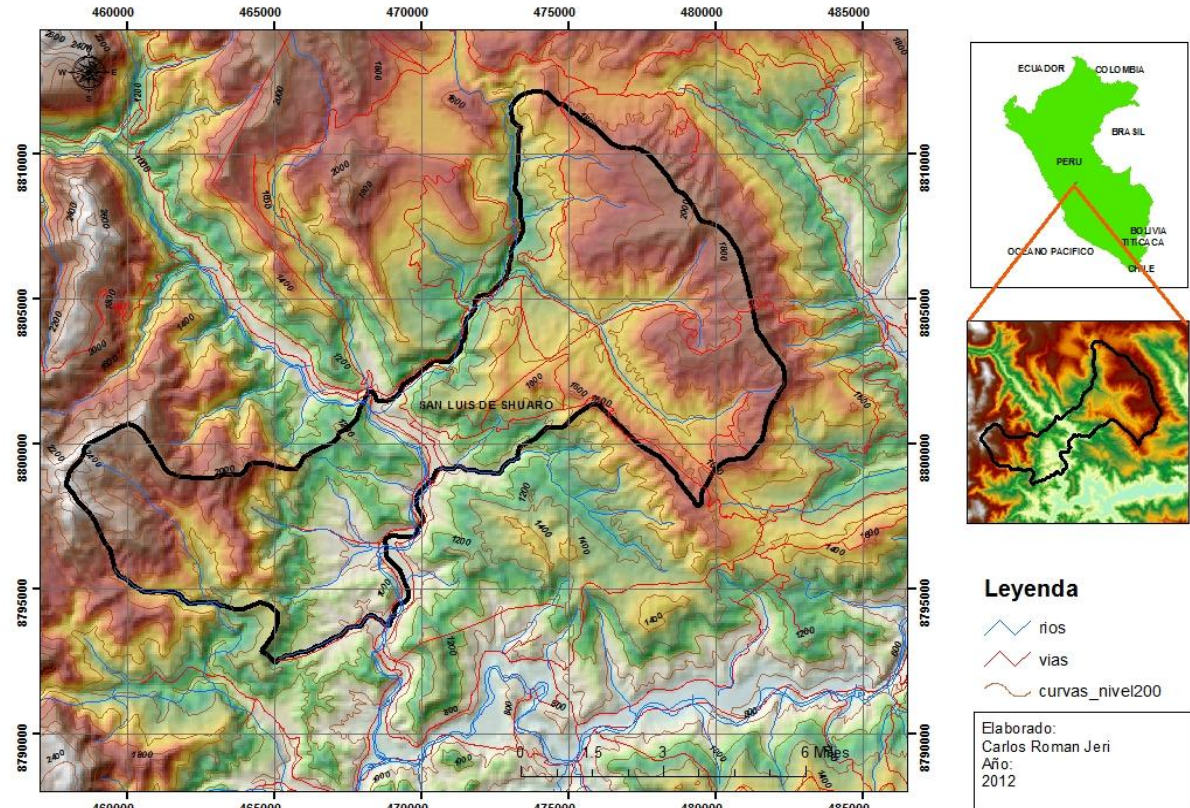
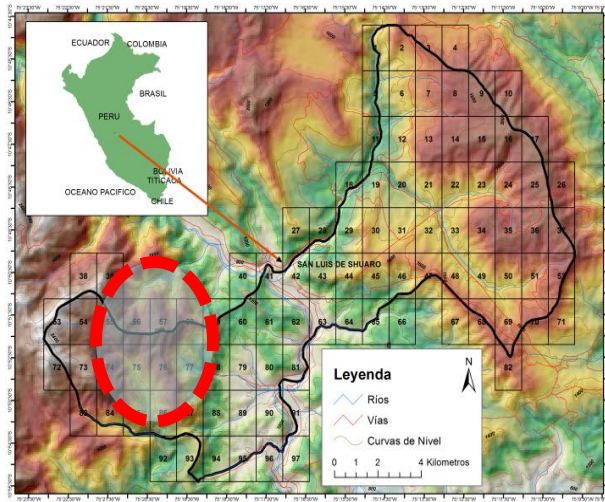
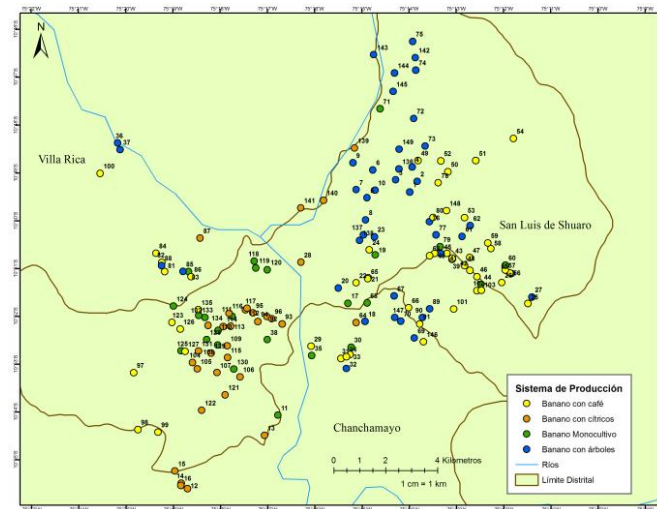


Figura . Mapa del Perú, de la provincia de Chanchamayo y del distrito de San Luis de Shuaro

Caracterización de los sistemas de producción



Programa ARCGis (Versión 10)



Selección de 149 fincas



Prácticas de manejo



Aspectos biológicos



Variedad/arreglo



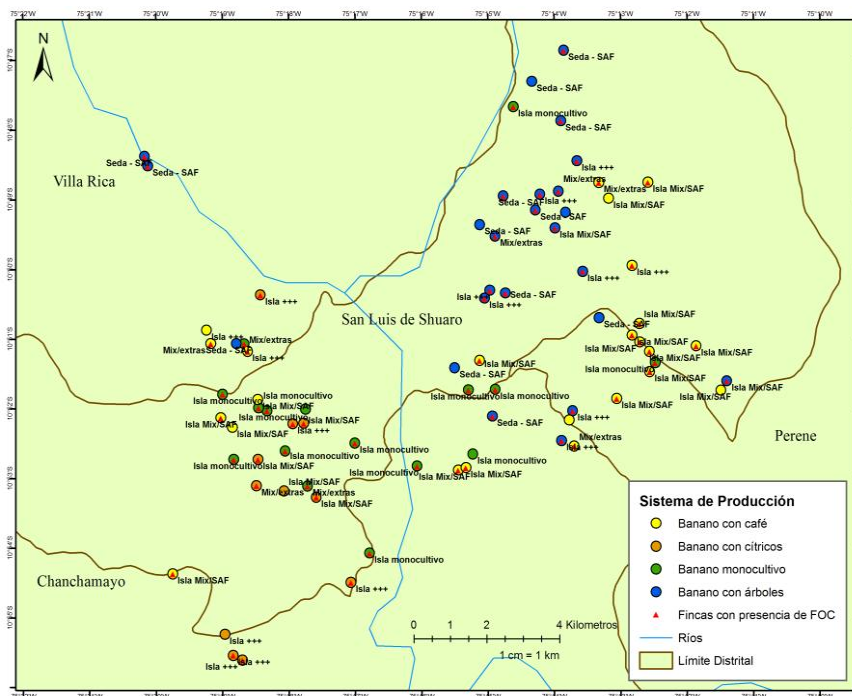
Diagnóstico de la Marchitez por Fusarium

Para este estudio se seleccionaron 76 fincas.

Sesenta (60) de estas fincas tenían la enfermedad y 16 fueron identificadas como libres.





Variedad	Sistema de producción	Descripción
Isla	Monocultivo	Solo el cultivo Isla predomina en el sistema de producción de banano
Isla	Asociado/SAF	Variedad Isla asociado con café y con árboles como sombra
Seda	SAF	Variedad Seda, debajo de árboles, con café, palto
Mezcla de Variedades	Asociado/SAF	Mezcla de variedades Palillo, Bizcocho, Morado, Manzano, Largo, Bellaco asociado o en SAF
Isla+++	Asociado	Predominancia de la variedad Isla, con presencia de otras variedades de banano y plátano

Diagnóstico de la Marchitez por Fusarium



Distribución de las 76 fincas



	Grado	Descripción
	0	Visiblemente planta sana (asintomática)
	1	Plantas con sintomatología iniciales (hojas inferiores con clorosis inicial, cese de la emisión foliar)
	2	Plantas con síntomas avanzados de la enfermedad, rajadura de los pseudotallos, hojas amarillas de la parte inferior y superior que se cuelgan
	3	Planta totalmente muerta a causa de la enfermedad

Escala de evaluación de los síntomas externos



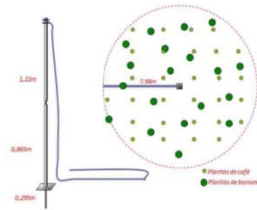
Incidencia y Severidad

$$IE = \frac{\text{(Número de plantas enfermas)}}{\text{(Número total de plantas evaluadas)}} \times 100$$

$$IXE = \frac{\sum (\text{Nro de plantas enfermas} \times \text{cada Gr. de la escala})}{(\text{Nro T de plantas observadas}) \times (\text{Gr. mayor de la escala})} \times 100$$

Variables

- Densidad de plantas → método del cordel (Tomado de Soto (1992), modificado por Brenes y Vargas, (2009).
- Porcentaje de sombra → Densiometro esférico Lemon (1957)
- Acidez del suelo (pH) → Las evaluaciones de pH se realizaron mediante el uso de un pH - Metro, digital (modelo KCB-300)
- Inclinación y orientación del vértice → Tomando las lecturas de la pendiente del terreno desde la parte central, con el clinómetro
- Indicadores de calidad y salud del cultivo → Criterios establecido por Altieri (2002)



Diseño de estrategias para el manejo de la marchitez por *Fusarium* en banano

- Se realizó un análisis integrado de los resultados de los objetivos 1 y 2.



- Estas estrategias estarán direccionadas a:
 1. Reducir la dispersión del patógeno de áreas contaminadas a áreas libres.
 2. Eliminar o reducir el inóculo inicial.
 3. Disminuir la tasa de infección y desarrollo de la enfermedad

Compilación y análisis de datos meteorológicos del distrito San Luis de Shuaro

- Se obtuvieron datos actuales de los promedios mensuales de temperatura máxima y mínima, precipitación y humedad relativa de la zona en estudio a través de la estación meteorológica de la región SENAMHI Perú.
- Datos de clima mundial- Worldclim.
- Datos Instituto Geofísico Nacional del Perú
- Modelo de elevación obtenidas (DEM) imágenes de radar de la NASA .

Análisis de datos

- Estadística descriptiva
- Análisis multivariado
- Tablas de contingencia (chi-cuadrado)
- Análisis de correspondencia
- Análisis de componentes principales
- Análisis de Varianza Multivariado
- Análisis conglomerado





Algoritmo Ward

Distancia euclídea, Jaccard

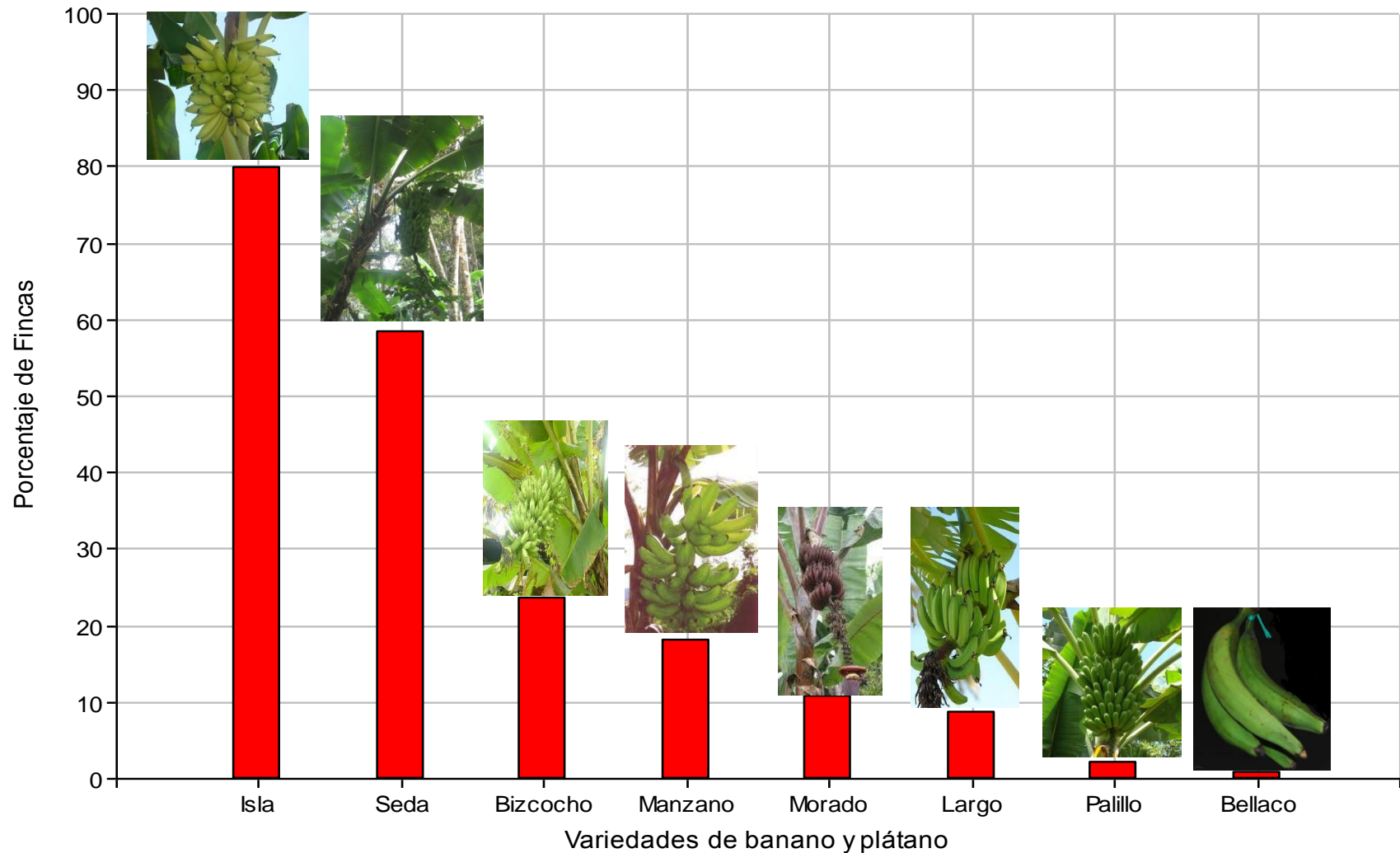


Resultados

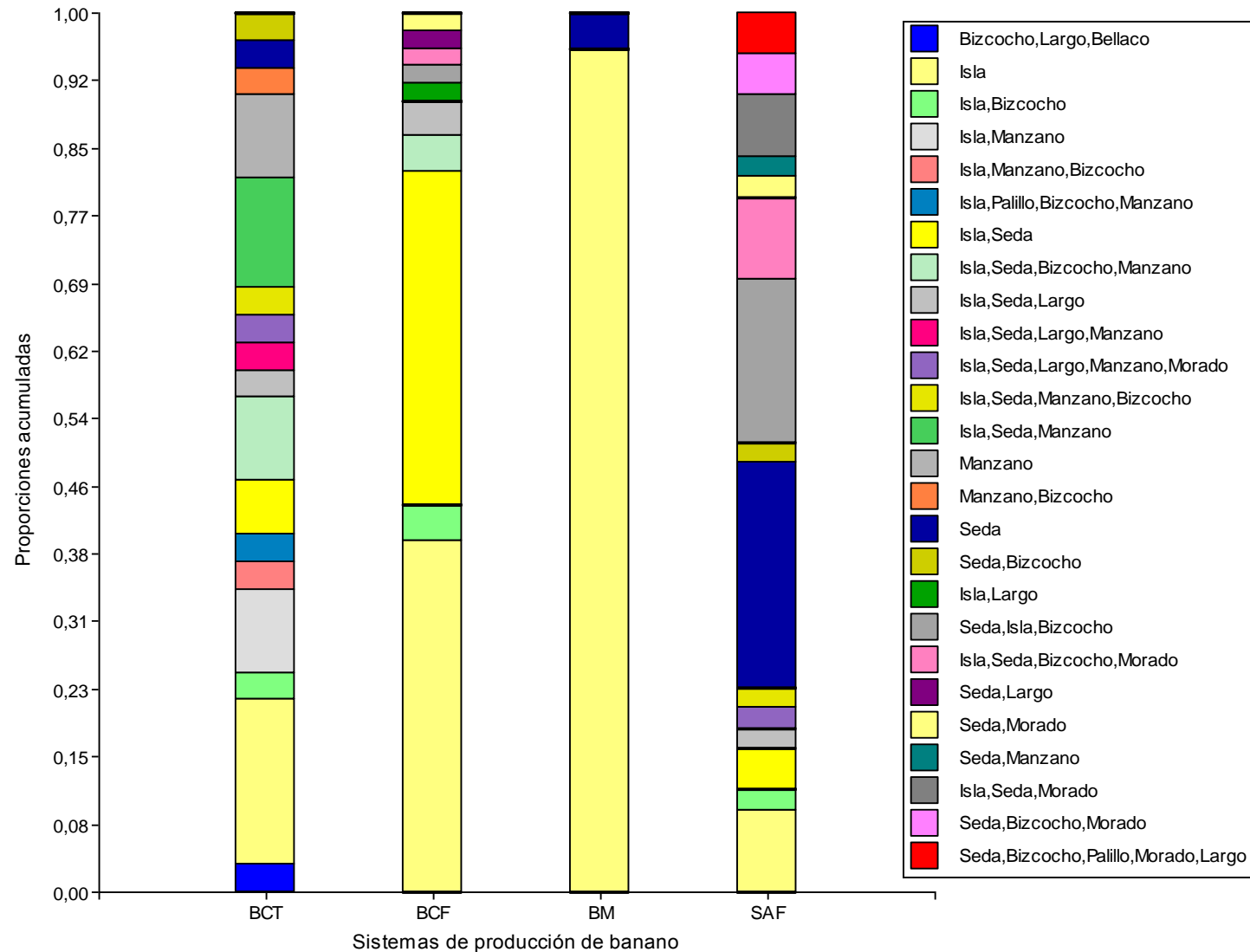
Caracterización de los sistemas de producción

Sistema de producción		Código	Numero de Fincas	Area (ha)			Altitud (m. s. n. m)		
				Media	Min	Max	Media	Min	Max
	Bananos en monocultivo	BM	24	1,71	1	6	1073,13	727	1646
	Bananos asociados con cítricos	BCT	32	1,34	1	2	921,53	770	1043
	Bananos asociados con café	BCF	50	1,46	0,5	5	1361,74	907	1700
	Bananos asociados con árboles	BSAF	43	2	1	8	1302,09	872	1559
	Total		149						

Variedades de banano y plátano en el distrito San Luis de Shuaro

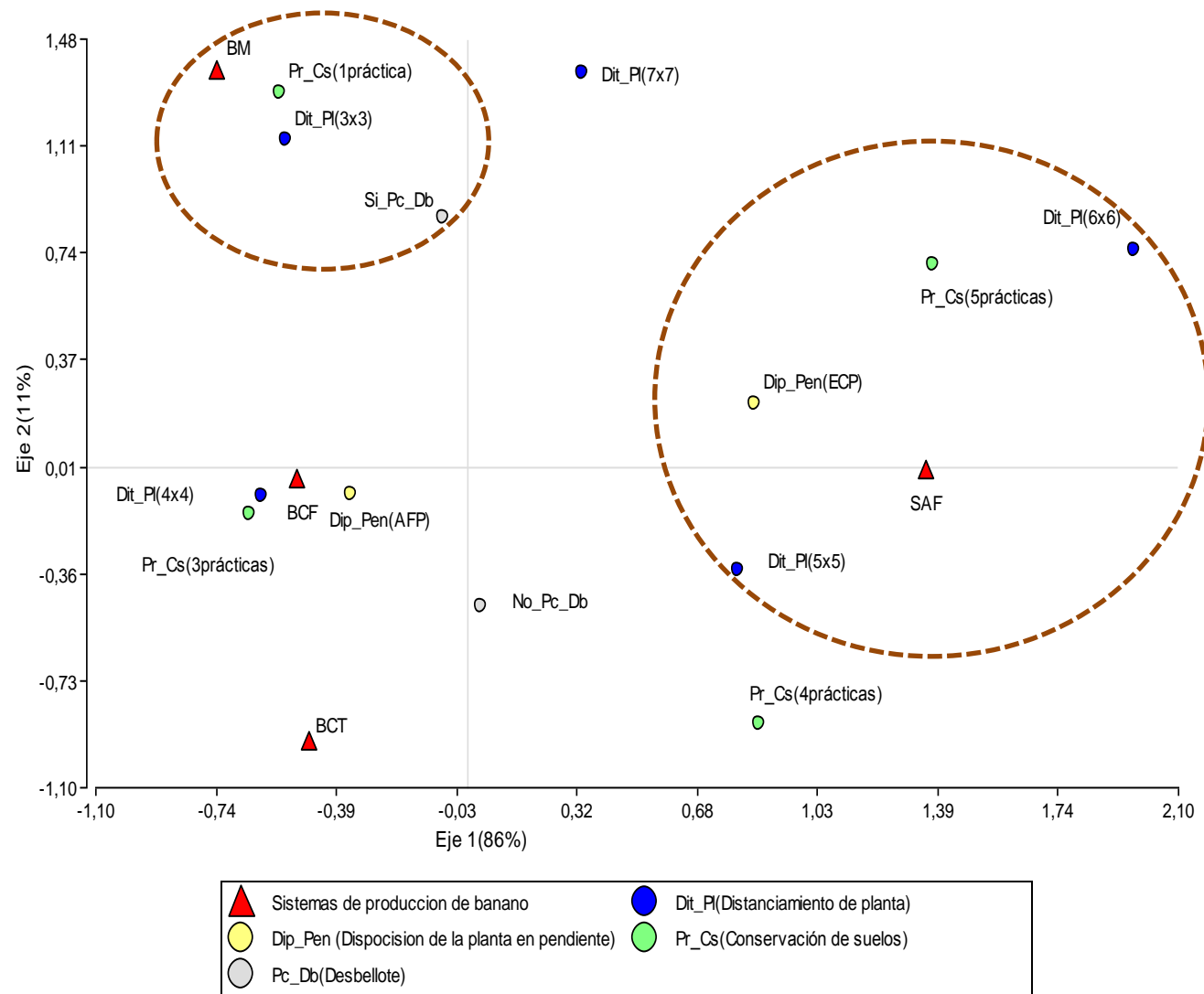


Variedades de banano y sus combinaciones en los diferentes sistemas de producción



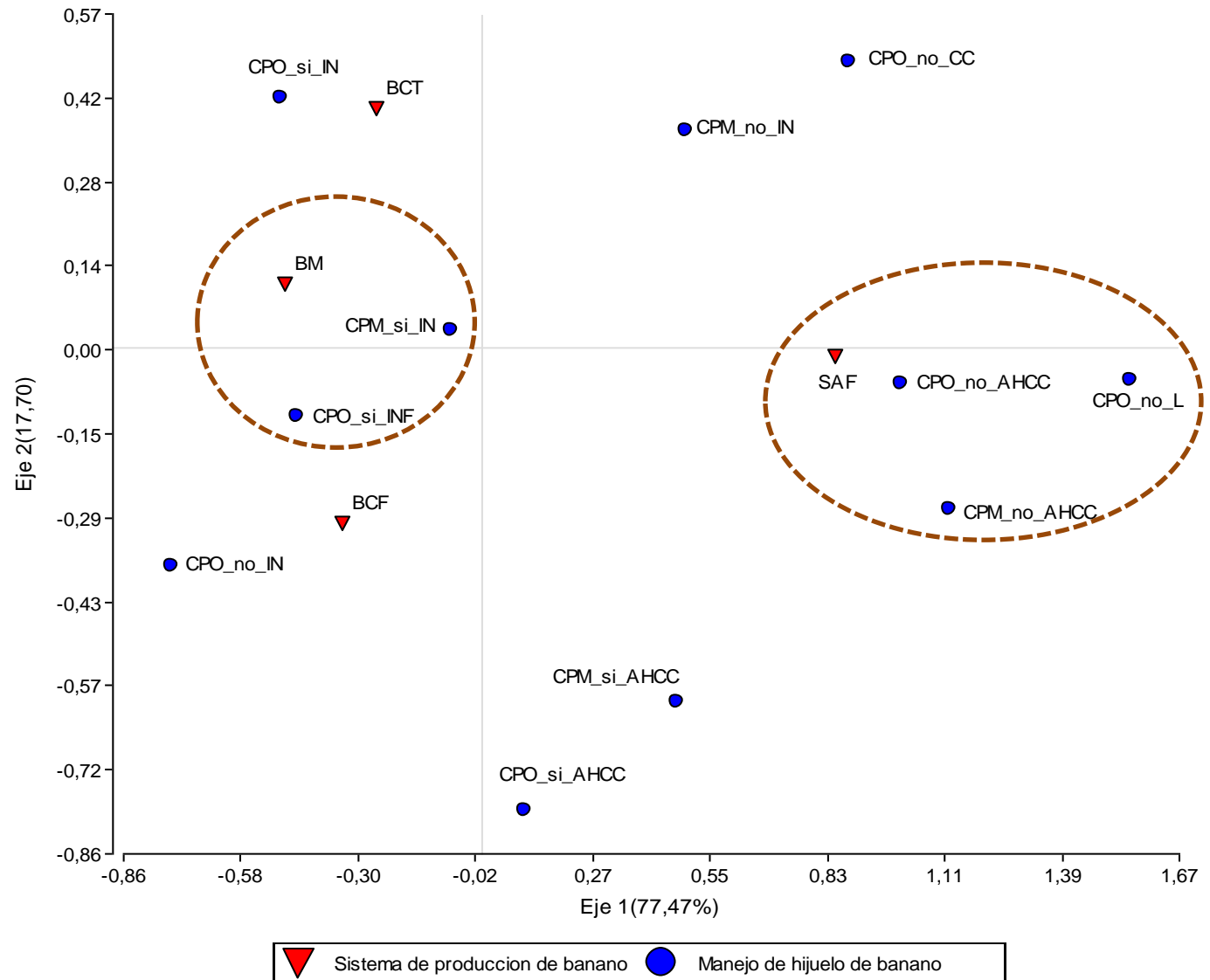
Sistemas de producción de banano con prácticas de manejo del cultivo

- BM: Monocultivo
- BCT: banano asociado con cítrico
- BCF: banano asociado con café
- BSAF: banano asociado con árboles



Sistemas de producción de banano el proceso de selección de semilla

- AHCC = Agua hervida, cal y ceniza CC= Cal y Ceniza
- L= Legía
- CPO=elimino raíces, tierra en el campo donde compro o saco el hijuelo
- CPM = Elimino de raíces, tierra en el mismo campo donde instalare el nuevo cultivo
- IN = Insecticida Nematicida
- INF = Insecticida, Nematicida y Fungicida





Agua hervida



Legía



Agua hervida

Desinfección de los hijuelos en los sistemas bananos bajo arboles



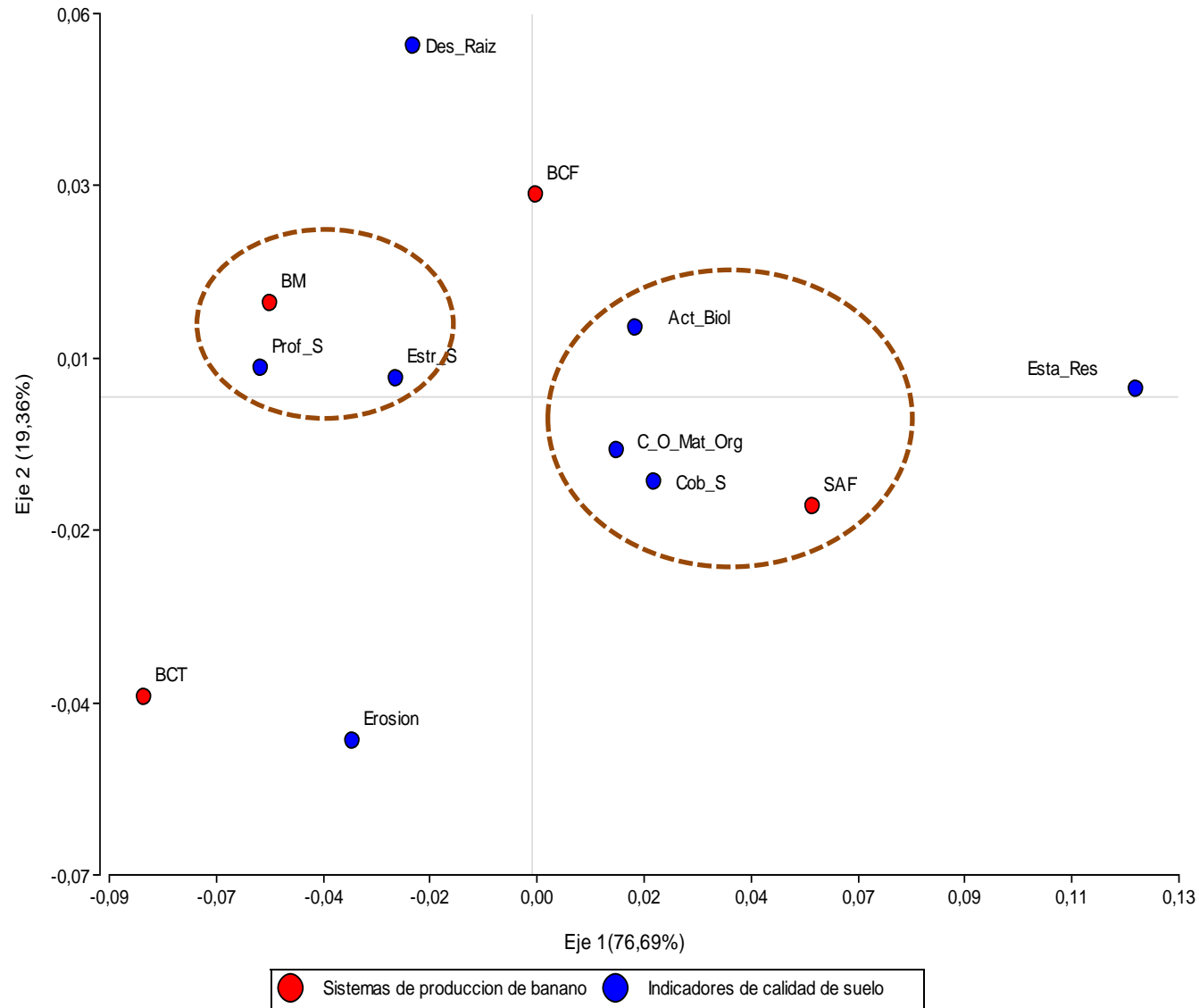
Cal



Ceniza

Indicadores de calidad de suelo en el banano

Estr_S=Estructura
Prof_S = Profundidad
de suelo
Esta_Res = Estados de
residuos
C_O_Mat_Org =
Materia Organica
Des_Raiz = desarrollo
de raíces
Cob_S = cobertura de
suelo Erosión = Erosión
Act_Biol = Actividad
biológica



Indicadores de Salud del cultivo

Apariencia = Apariencia

Crec_Cult =

Crecimiento del cultivo

Inc_Enf = Incidencia de enfermedades

Comp_Male =

Competencia de malezas

Diver_Vegetal =

Diversidad Vegetal

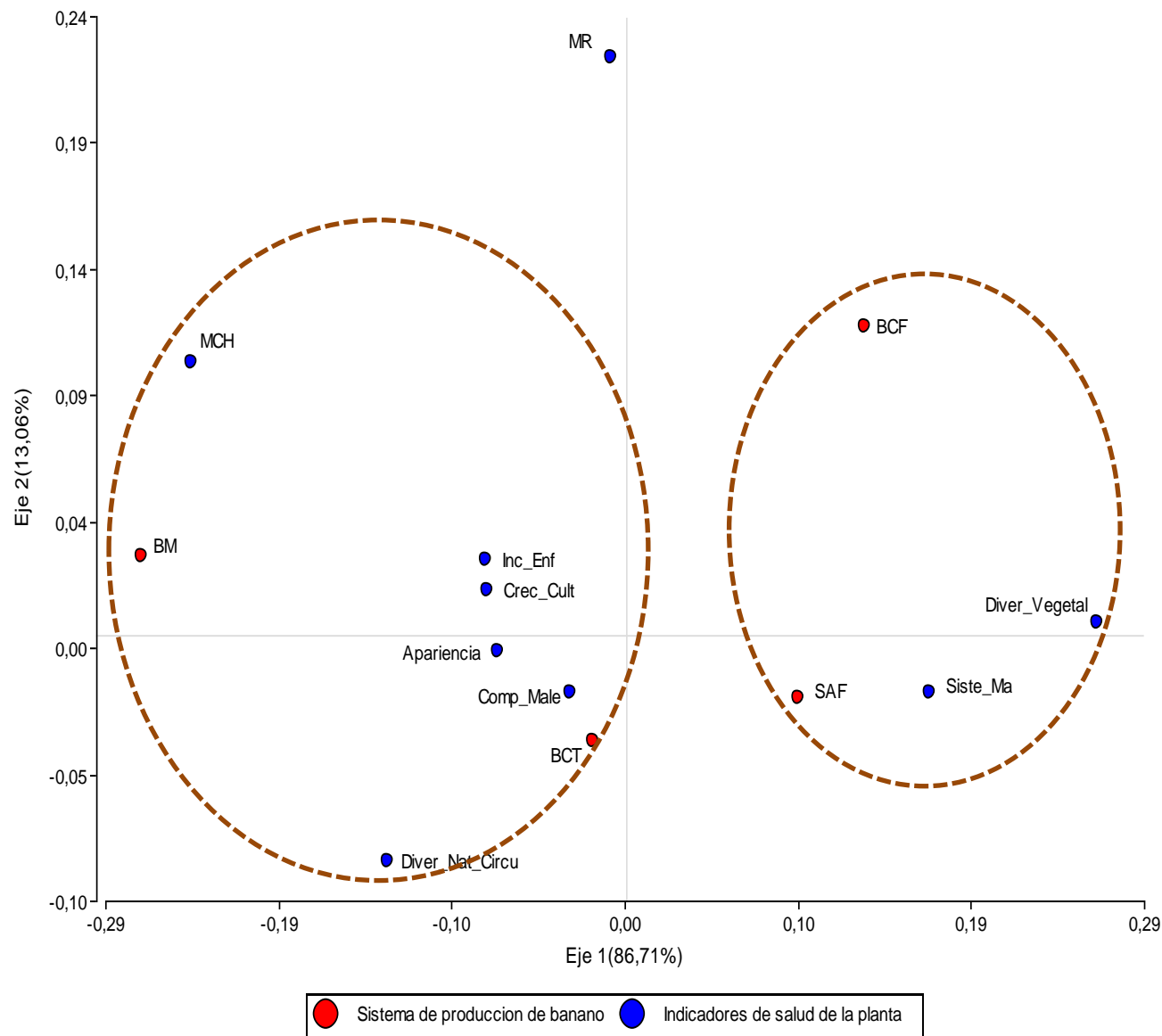
Siste_Ma = Sistema de manejo

MCH = Manejo de la cepa

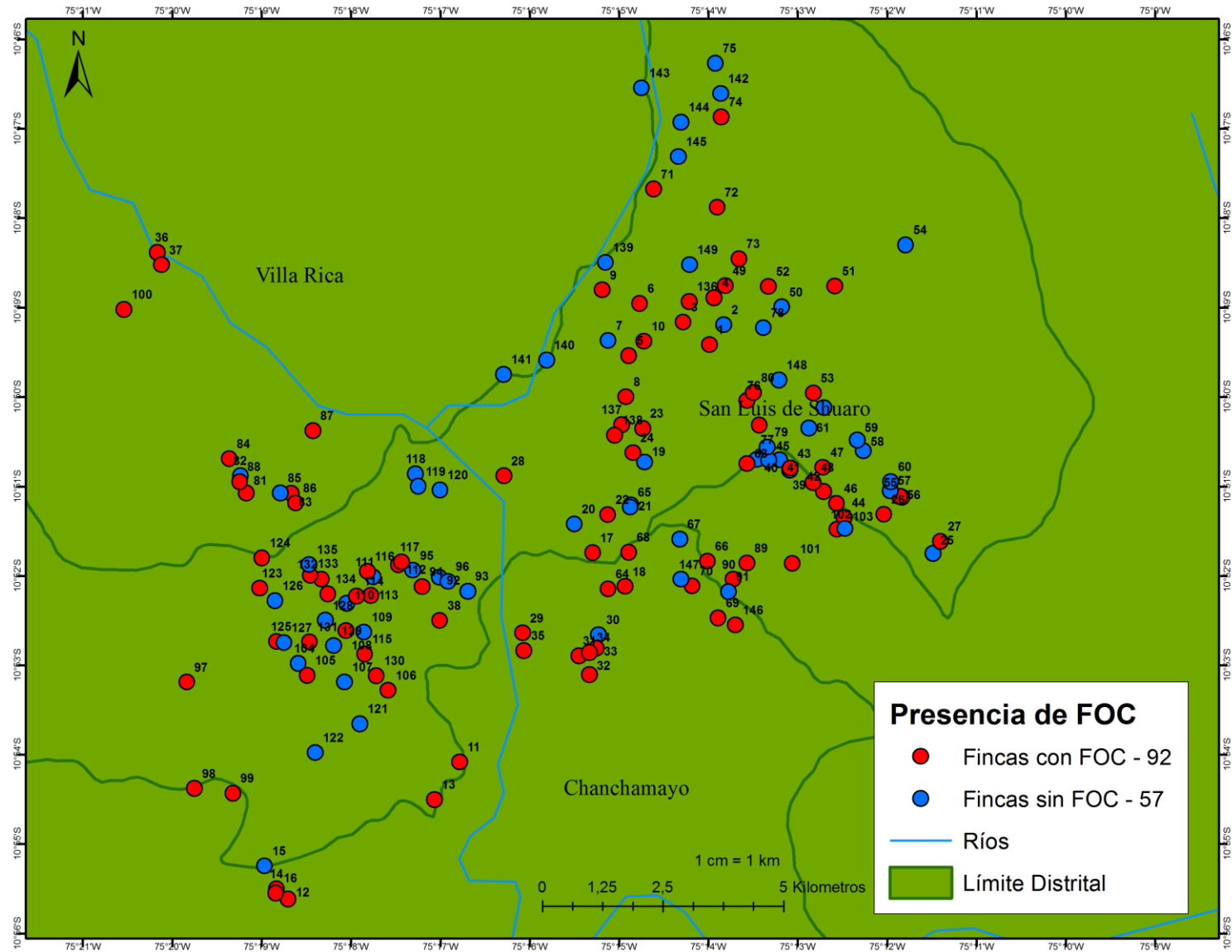
Diver_Nat_Circu=

Diversidad Natural

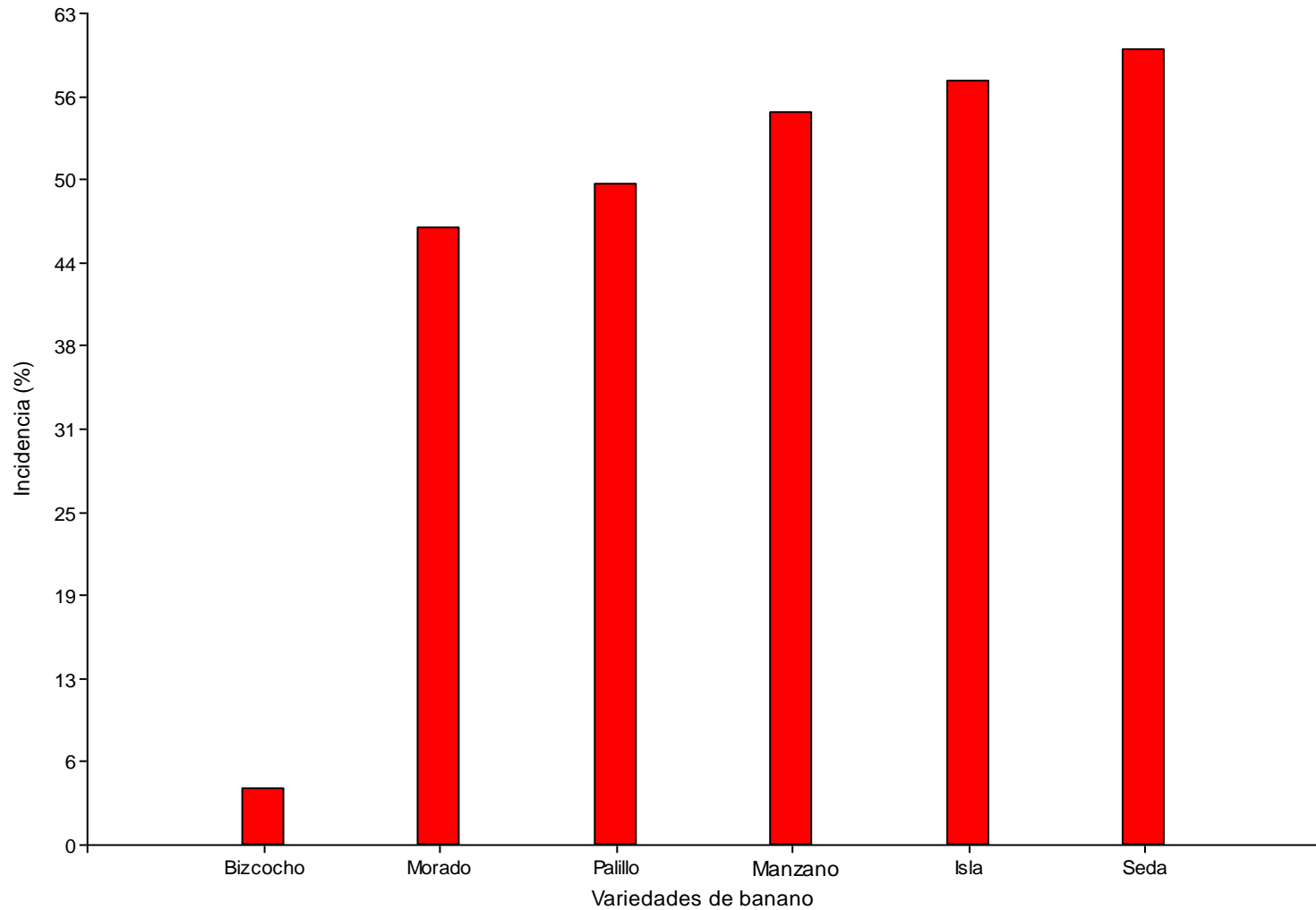
Circundante



La Marchitez por Fusarium



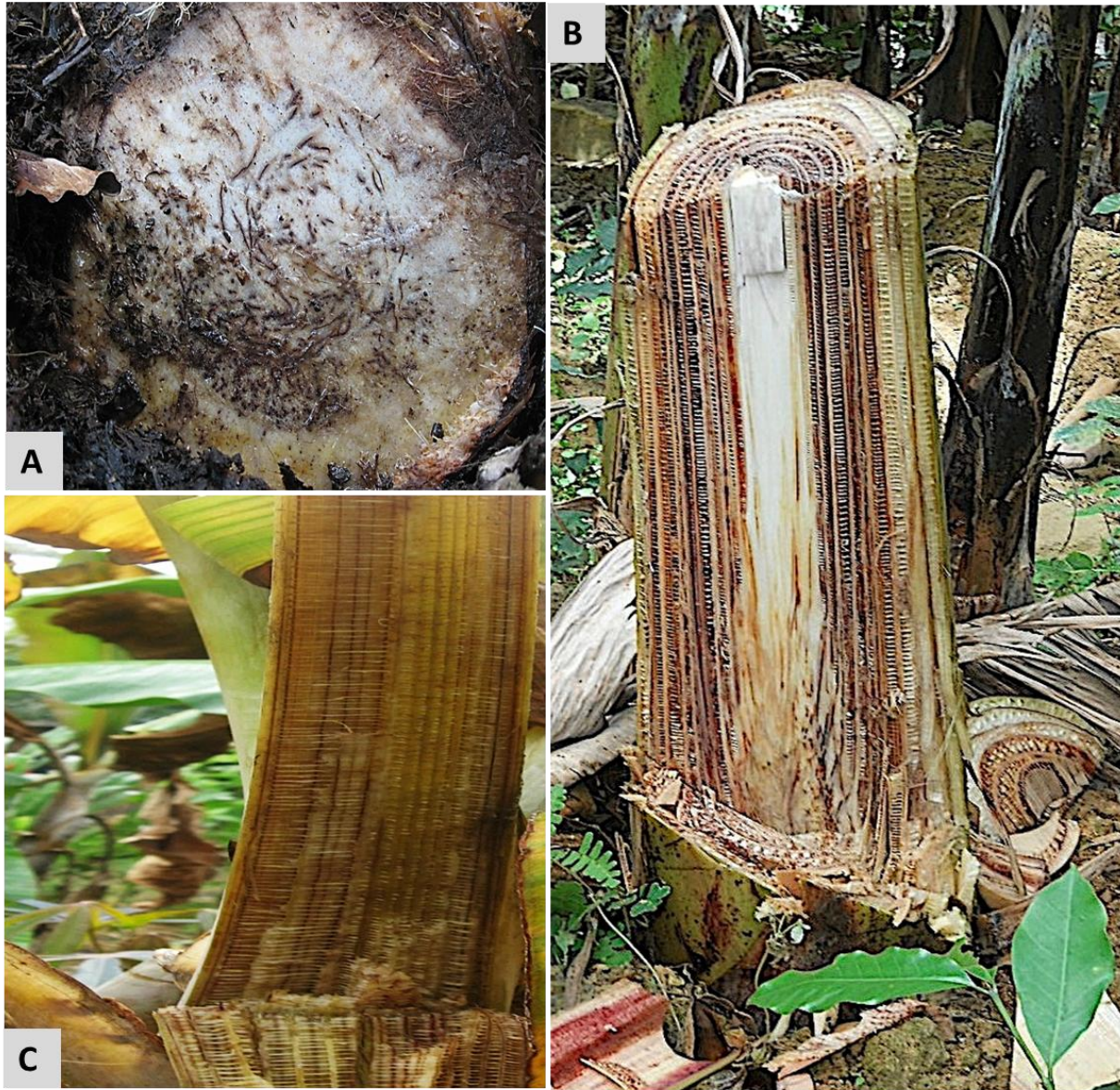
Variedades identificadas con la marchitez por Fusarium



Síntomas externos: Marchitez por Fusarium



Síntomas internos: Marchitez por Fusarium



Marchitez por Fusarium: Prácticas de manejo integrado



Eliminación de plantas enfermas



Prácticas en fincas con presencia de la marchitez por Fusarium



Desinfección de herramienta



Uso de aserrín



Uso de limón



Capacitado



Drenajes



Microorganismos



Compost



Aplicación de cal

Prácticas en fincas donde no esta presencia de la marchitez por Fusarium



Desinfección de botas



Hijuelos



Abonamiento



Ceniza

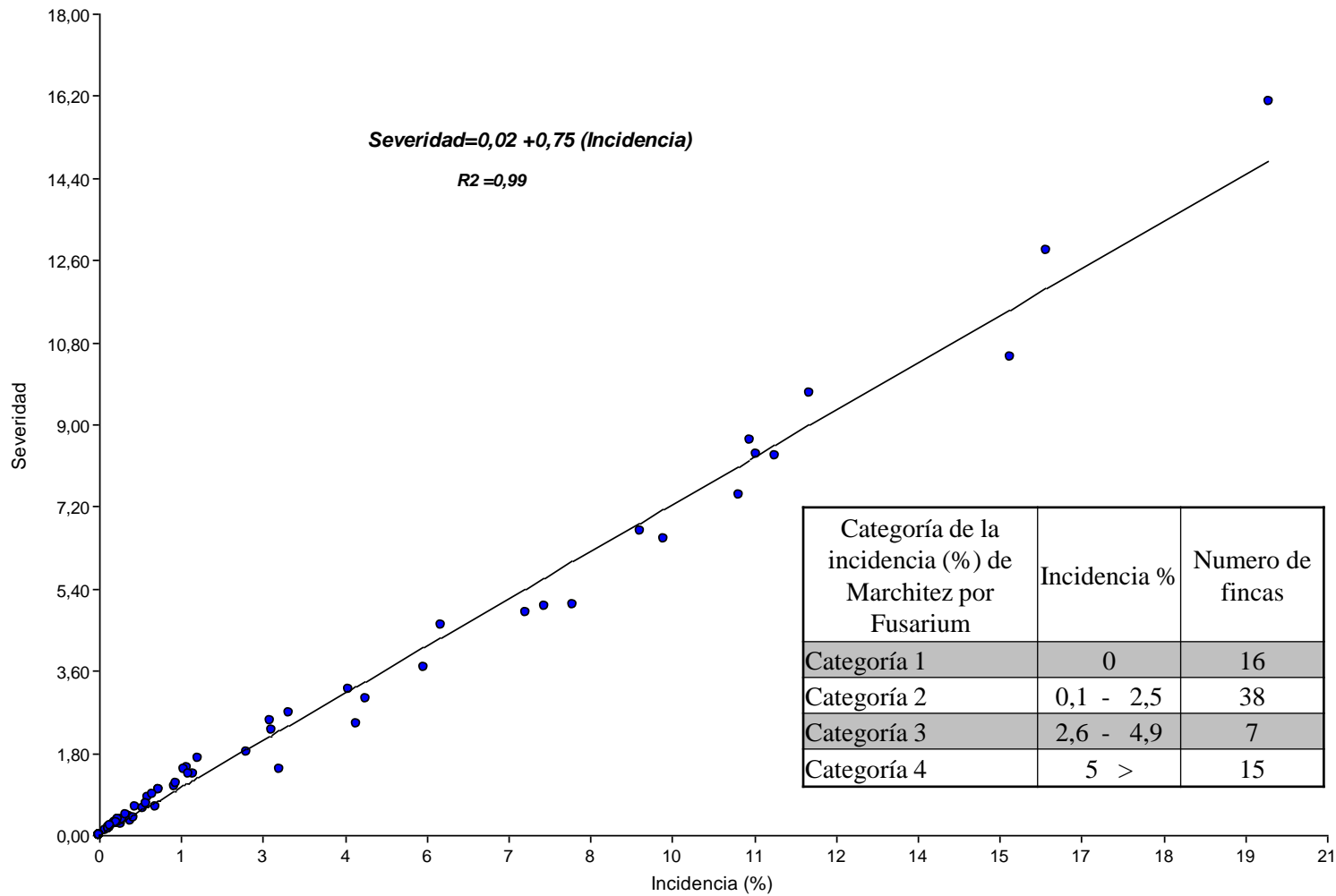


Desinfección

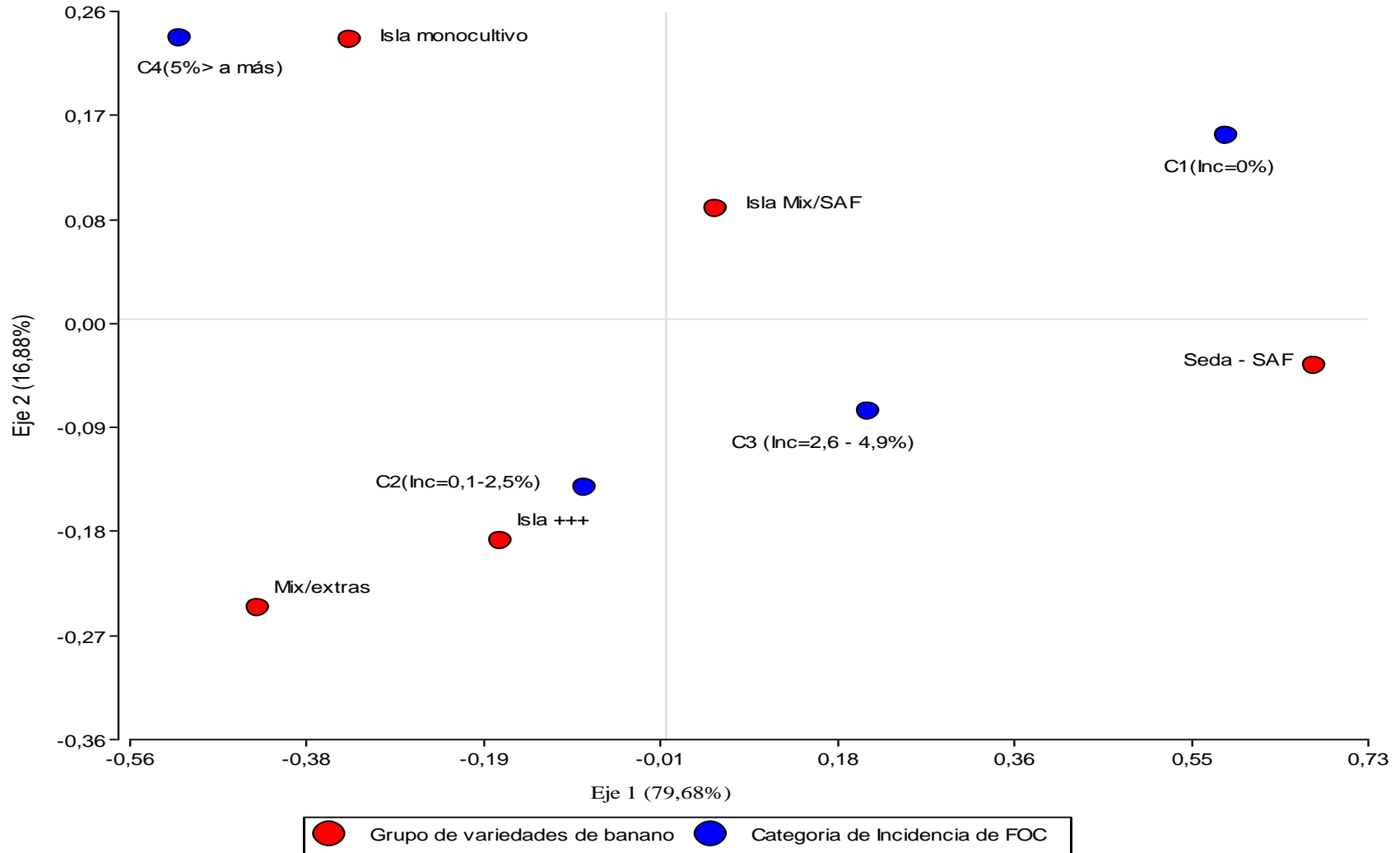


Barreras naturales

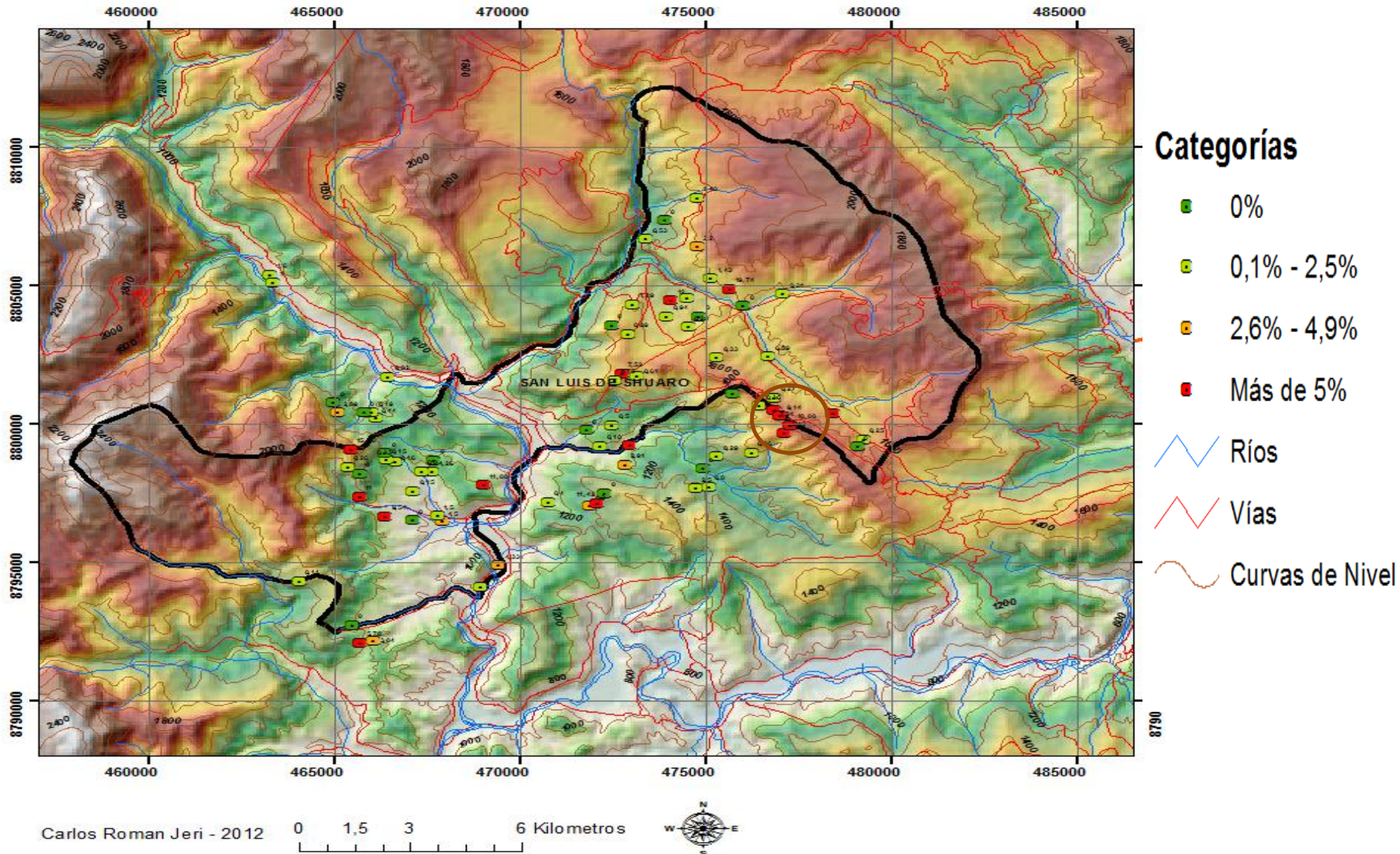
Diagnóstico de la situación actual de la marchitez de Fusarium en bananos.



Grupos de variedades entre categorías incidencia de la marchitez por Fusarium



Mapa de distribución de la incidencia de la marchitez por Fusarium en el distrito San Luis de Shuaro-Perú



Condiciones para el desarrollo de la Marchitez por Fusarium



Diseño de estrategias de manejo integrado

Punto débiles de los sistema de producción

Acción del productor

Presencia de caminos o vías internas en las fincas

Niveles de conocimiento nulos y bien bajos

Introducción de suelo y restos de material vegetal

Material de siembra

Erradicación de plantas enfermas

Materia orgánica y nutrición

Hospedante

Variedades susceptibles

Sistema de monocultivo, menos diversidad

Ambiente

Acidez del suelo

Topografía y mal manejo de suelo

Patógeno



Lixiviado



Cercas



Destronque



Cirugía



Cal



Elementos de manejo presentes
en fincas con ausencia o bajos
niveles de la incidencia de la
enfermedad



Distanciamientos largos



Pulpa de café



Capacitación



Pica y aplica ceniza



Pica y aplica cal

Estrategias de manejo integrado de la marchitez por Fusarium-Perú

*Selección
del terreno-
historial

*Preparación
del terreno
evitando la
quema

*Realizar
análisis
de suelo y/o
corregir pH

*Seleccionar
hijuelos
sanos

Instalar el
cultivo en
contra la
pendiente

Mantener
barreras
naturales

Establecer
puntos
de drenaje para
evitar el
encharcamiento
y lavado del
suelo



Instalar
variedades
resistentes
(Largo,
Bellaco,
Bizcocho)

Pre-Siembra

Instalar
más árboles

Instalar
cobertura

Alineamiento
distancia
entre planta

*limpieza de
los hijuelos

*Todos los sistemas de producción de banano

Estrategias de manejo integrado de la marchitez por Fusarium-Perú

Aplicar cal, ceniza y dolomita al fondo del hoyo antes de la plantación

Aplicar materia orgánica al fondo del hoyo

Desinfectar los hijuelos con insecticidas y fungicidas

Aplicación de silicio



Sumergir el hijuelo al caldo de microorganismo elaborado por hongos antagonistas

*Aplicar enmiendas orgánicas en el hoyo en la siembra.
500gr/hoyo

Siembra

Desinfectar los hijuelos (ya sin y raíces y suelo adheridos) con agua caliente

*Aplicar microorganismos benéficos

*Todos los sistemas de producción de banano

Estrategias de manejo integrado de la marchitez por Fusarium-Perú

*Realizar la segunda fertilización favoreciendo el uso de materia orgánica

*Verificar el establecimiento de las coberturas vegetales y/o resembrar

*Controlar las malezas, mediante el macheteo

**Aplicar compost a los 3 meses

*Aplicar ceniza la más guardada



Realizar el deshije

Realizar el deshoje

*Aplicar ceniza en la base de la planta.

Uso de aguas miel, microorganismo de montaña

(0-6 Meses)

*Picar los hijuelos después sacados del deshije y distribuir en la base de la planta seguidora, adicionar cal

*Aplicar cal después del deschante

*Instalar barreras muertas con las ramas podadas de los árboles

*Todos los sistemas de producción
**BCT

Estrategias de manejo integrado de la marchitez por Fusarium-Perú

*Realizar tercera fertilización favoreciendo el uso de materia orgánica

Aplicación de caldos minerales

Aplicación de materia orgánica (estiércol de cuye)



Floración

*Inspeccionar el área y eliminar o aislar las plantas con síntomas de la enfermedad

*Aplicar aguas miel, lixiviados

*Todos los sistemas de producción

Estrategias de manejo integrado de la marchitez por Fusarium-Perú

*Picar, cortar y distribuir en el suelo los restos vegetales de las plantas cosechadas (pseudotallos, hojas, raquis) que no presentaron la enfermedad.

*Eliminar plantas con síntomas de la enfermedad



Cosecha y Post-cosecha

*Todos los sistemas de producción

Medidas Generales

Fincas sin FOC

- Semillero
- Desinfectar herramientas
- No introducir suelo
- Colocar letreros
- Diversificar las variedades
- Realizar zanjias
- Desinfectar las herramientas y botas
- Inspección frecuente
- Socialización de informaciones
- Desinfectar las herramientas
- Organizar e informar a los cosechadores y podadores
- Desinfectar herramientas



Fincas con FOC

- Eliminar todos los residuos
- Evitar siembra
- Proteger áreas de rescate
- Señalar una sola ruta
- Cambiar de variedad: Bizcocho, Largo; Bellaco
- Identificar, aislar(5 m²)
- Eliminar toda la cepa
- No incorporar composteras
- No utilizar suelo viveros
- Desinfectar las herramientas
- Organizar las labores. Lotes donde no esta presente la enfermedad
- No utilizar hojas
- No vender, regalar hijuelos
- Desinfectar herramientas

Análisis de riesgo de la Marchitez por Fusarium



Planta enferma



Hijuelos enfermos



Caminos



Suelo



Caminos

Drenajes

Raíces

Factor	Nivel de riesgo
Introduce material de siembra y suelo	Muy alto
Flujo de agua dentro de la finca	Alto
Selección de hijuelos sanos	Bajo
Desinfecta las herramientas	Medio
Usa distanciamiento espaciadas	Bajo
Diversifica y rota variedades	Bajo
Identifica bien a FOC	Bajo
Deja plantas con FOC en la finca	Muy alto
Presencia de FOC en vecinos	Alto
Utiliza barrera naturales	Bajo
Existen caminos constante flujo de personas	Muy alto
Coloca avisos puntos de ingreso	Bajo
Aplica medidas evitar suelo	Medio
Flujo de agua encharcamientos	Alto
Coloca cercos alámbricos	Bajo
Elimina las raíces, tierra en finca a ser establecida	Muy alto
manejo del cultivo oportunamente	Bajo
Organiza a personas	Bajo
Elimina plantas FOC en canales de riego	Muy alto
Colabora en la detección temprana	Bajo
Elimino plantas inmediatamente	Bajo



Muy alto



Alto



Medio



Bajo

Conclusiones

- **Generó la primera aproximación sobre las características de los sistemas de producción de fincas y la situación actual de la Marchitez por Fusarium en el Distrito de San Luis de Shuaro, Perú**
- **Fueron identificadas ocho variedades de banano [Isla, Seda, Bizcocho, Manzano, Morado, Palillo, Largo y Bellaco], distribuidas en cuatro sistemas de producción [BM, BCT, BCF y BSAF].**
- **La Marchitez por Fusarium afecta seis variedades de banano Isla (ABB), Seda (AAA), Manzano (AAB), Bizcocho (AA), Morado (ABB) y Palillo (ABB), donde alcanza valores de incidencia desde 0,15% hasta 19,74 % independientemente del Sistema de producción**
- **BM presenta los mayores valores de incidencia y severidad de la marchitez por Fusarium del banano cuando comparado con BCT, BCF y BSAF respectivamente**

Conclusiones

- **Niveles de acidez del suelo (pH: 3,8 – 4,5), indicadores bajos de calidad de suelo y sanidad de la plantación, introducción de material de siembra y suelo sin control fitosanitario están altamente relacionados con mayores valores de incidencia de la enfermedad .**
- La marchitez por *Fusarium* del banano en la zona de estudio constituye un riesgo para la producción sostenible de variedades de banano con fuerte demanda local.
- Los conocimientos generados y las recomendaciones sobre el manejo de la enfermedad constituyen **elementos a considerar para la toma de decisiones sobre medidas que garanticen la producción sostenible de variedades de banano** altamente importantes para la **seguridad alimentaria y generación de ingresos** en el Distrito de San Luis de Shuaro.

Recomendaciones

- Realizar estudios de **biología de la poblaciones de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*** mediante el análisis que **grupos de compatibilidad vegetativa (VCG) y marcadores moleculares**. Estos estudios deben ser complementados con **pruebas de patogenicidad** en las **variedades de banano presentes en la zona** de investigación para identificar **las razas de FOC presentes en el Perú**.
- Realizar estudios comparativos sobre el perfil de **comunidades microbianas** en áreas con **ausencia o baja incidencia de la enfermedad** con aquellas con alta incidencia para la identificación de potenciales grupos microbianos que contribuyen para la supresión de la enfermedad.
- **Implementar estrategias de manejo integrado de la enfermedad** en el Distrito de San Luis de Shuaro utilizando los resultados obtenidos y medidas de manejo propuestas en el presente trabajo complementados con capacitaciones y campañas de concientización sobre el riesgo de la enfermedad.

Agradecimiento



Muchas Gracias